

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-072747

(43)Date of publication of application : 26.03.1993

(51)Int.Cl.

G03F 7/38
H01L 21/027

(21)Application number : 03-235134

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 13.09.1991

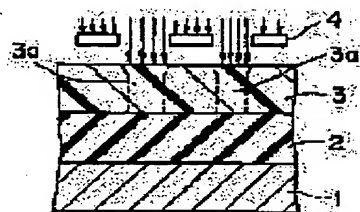
(72)Inventor : SHIBATA TAKESHI
KUMAGAI AKITOSHI
SATO KAZUO

(54) PATTERN FORMING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the pattern forming method of a chemical amplification type resist by which high-accuracy patterns can be stably obt'd.

CONSTITUTION: This forming method includes a stage for forming a photosensitive resin film 3 on a substrate 1, a stage for exposing this photosensitive resin film 3 in patterns, a stage for executing post exposure baking, and a stage for developing the above-mentioned photosensitive resin film 3 by using an alkaline developer and forming patterns. The substrate 1 is cooled while the temp. history of the photoresist film 3 is so controlled as to be uniform within the plane of the substrate 1 and to be the same between the substrates 1 after this post exposure baking and thereafter, the development is executed. The photosensitive resin film is otherwise exposed into a steam atmosphere during the post exposure baking after the exposing or prior thereto. Further, the photosensitive resin film is exposed into a solvent atmosphere during the post exposure baking after the exposing of the resist of the chemical amplification type or prior thereto or the post exposure baking of the resist is executed in a reduced pressure atmosphere or an inert gaseous atmosphere.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2994501

[Date of registration] 22.10.1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-72747

(43)公開日 平成 5 年(1993) 3 月26日

(51)Int.Cl.⁵G 0 3 F 7/38
H 0 1 L 21/027

識別記号

5 1 1

庁内整理番号

7124-2H

F I

技術表示箇所

7352-4M

7352-4M

7352-4M

H 0 1 L 21/ 30

3 0 1 D

3 6 1 Q

3 6 1 L

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号

特願平3-235134

(22)出願日

平成 3 年(1991) 9 月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 柴田 剛

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式
会社東芝総合研究所内

(72)発明者 熊谷 明敏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式
会社東芝総合研究所内

(72)発明者 佐藤 一夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式
会社東芝総合研究所内

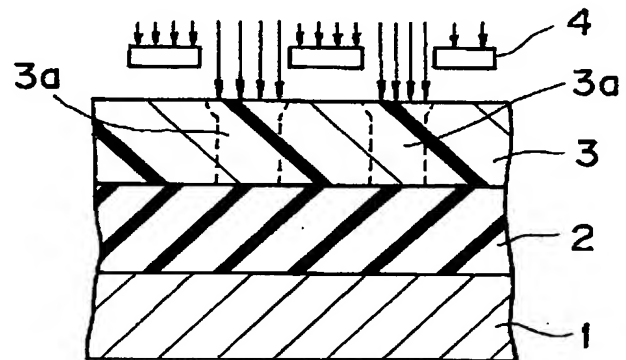
(74)代理人 弁理士 木村 高久

(54)【発明の名称】 パターン形成方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 安定して高精度のパターンを得ることのできる化学増幅型レジストパターン形成方法を提供する。

【構成】 基板上に感光性樹脂膜を形成する工程と、この感光性樹脂膜をパターン露光する工程と、ポストエクスポージャベークを行う工程と、アルカリ現像液を用いて前記感光性樹脂膜の現像を行い、パターン形成する工程とを含み、このポストエクスポージャベーク後に、ホットレジスト膜の温度履歴を該基板の面内で均一かつ基板間で同一となるよう制御しながら基板を冷却せしめ、この後現像を行う。露光後ポストエクスポージャベーク中又はそれに先立ち感光性樹脂膜を水蒸気雰囲気中にさらす化学増幅型のレジストを露光後ポストエクスポージャベーク中又はそれに先立ち感光性樹脂膜を溶剤雰囲気中にさらすレジストのポストエクスポージャベークを、減圧雰囲気または不活性ガス雰囲気中で行う。



1

【 特許請求の範囲】

【 請求項1 】 被処理基板上に、感光性樹脂膜を塗布する感光性樹脂膜塗布工程と前記感光性樹脂膜をパターン露光する工程と、前記感光性樹脂膜に対しポストエクスポートエクスポートを行う工程と、ポストレジスト膜の温度履歴を該基板の面内で均一かつ基板間で同一となるよう制御しながら基板を冷却せしめる冷却工程と、前記感光性樹脂膜の現像を行い、パターン形成する現像工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

【 請求項2 】 被処理基板上に、感光性樹脂膜を塗布する感光性樹脂膜塗布工程と前記感光性樹脂膜をパターン露光する工程と、加熱に先立ち前記感光性樹脂膜を水蒸気雰囲気中にさらして加熱するかまたは加熱中に前記感光性樹脂膜を水蒸気雰囲気中にさらして加熱するポストエクスポートエクスポートを行う工程と、前記感光性樹脂膜の現像を行い、パターン形成する現像工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

【 請求項3 】 被処理基板上に、化学増幅型の感光性樹脂膜を塗布する感光性樹脂膜塗布工程と前記感光性樹脂膜をパターン露光する工程と、加熱に先立ち前記感光性樹脂膜を所定の溶剤蒸気雰囲気中にさらして加熱するかまたは加熱中に前記感光性樹脂膜を所定の溶剤蒸気雰囲気中にさらして加熱するポストエクスポートエクスポートを行う工程と、前記感光性樹脂膜の現像を行い、パターン形成する現像工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

【 請求項4 】 被処理基板上に、感光性樹脂膜を塗布する感光性樹脂膜塗布工程と、前記感光性樹脂膜をパターン露光する工程と、前記感光性樹脂膜を減圧下または不活性ガス雰囲気下で加熱するポストエクスポートエクスポートを行う工程と、前記感光性樹脂膜の現像を行い、パターン形成する現像工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

【 発明の詳細な説明】

【 0001 】

【 産業上の利用分野】 本発明は、パターン形成方法に係り、特に半導体装置の製造工程のリソグラフィにおけるレジストパターン形成方法に関する。

【 0002 】

【 従来の技術】 半導体集積回路の製造においては、半導体薄膜等の被加工膜上に微細なパターンを形成し、このパターンをマスクとして該被加工膜をエッチングする方法というがとられる。

【 0003 】 このパターンの形成工程は、通常次のような操作により構成される。

【 0004 】 すなわち、まず半導体薄膜等の被加工膜上に樹脂及び感光剤を含む溶液を塗布し、それを乾燥してレジスト膜（感光性樹脂膜）を形成する。

【 0005 】 次いで該レジスト膜に対し選択的に光等のエネルギー線を照射する露光処理を行う。

2

【 0006 】 この後、現像処理によって基板上にマスクパターン（レジストパターン）を形成する。

【 0007 】 このようなパターン形成に際しては、露光光に対する感度およびドライエッチング耐性に優れたフェノール系樹脂を用いたレジスト材料が多く用いられる。

【 0008 】 ところで現在、半導体集積回路の集積度は2～3年で4倍というスピードで高集積化しているが、これに伴ない、回路素子のパターンの寸法も年々微細化し、このため寸法精度の厳密なコントロールが必要になってきている。

【 0009 】 現在はフェノール系樹脂のレジストとして、例えばノボラック樹脂とオーキノンジアジド化合物からなるポジ型レジストがよく用いられるが、高い寸法精度の要求と感度向上の面から最近では酸の触媒反応を利用する化学増幅型のレジスト（特にネガ型）への期待が強くなってきている。この化学増幅型のネガ型レジスト材料は、樹脂と架橋剤と酸発生剤（PAG：フォトリソシッドジェネレーター）とから構成される。このレジストに露光を行うとPAGから酸が発生し、この酸がレジスト中を拡散し架橋剤に触媒として作用しこの中に活性点を作り出す。この活性点を介して樹脂の架橋が進みその結果、架橋された領域は、現像液に対して難溶性となってパターンを形成する。

【 0010 】 この化学増幅型のネガ型レジストでは、露光により発生する酸の量が露光量にはあまり依存しないので、露光量の小さい部分でも難溶化がある程度進む。従って、従来のポジ型レジスト材料のように露光量に大きく依存してパターンが形成されてしまうものと比較すると、側壁の垂直性が良く寸法精度のすぐれたパターンを形成しやすいという利点がある。

【 0011 】 ところで化学増幅型レジストは、前述したように、露光によって発生した酸がレジストマトリックス中を拡散して活性点の形成にあずかるが、この拡散速度をポストエクスポートエクスポートと呼ばれる露光後の熱処理が支配している。従ってポストエクスポートエクスポートを厳密に制御することがパターン形成とその寸法制御に対して極めて重要である。

【 0012 】 例えば露光からポストエクスポートエクスポートまでの時間を一定に管理することは留意すべき点である。そしてポストエクスポートエクスポートは温度が高く、時間が長い程高感度化に働く。

【 0013 】 しかしながら、熱を用いた工程であるポストエクスポートエクスポートの条件を一定に管理するのは極めて困難であり、解像力にバラツキが出て微細なパターンを精度よく加工するのは困難であった。このように、特に化学増幅型レジストの場合パターンの線幅制御が困難であった。

【 0014 】 また、化学増幅型のネガ型レジスト等のレジストを用いるリソグラフィプロセスには、さらに以

10

20

30

40

50

3

下に述べるような問題がある。

【 0 0 1 5 】その第1 はレジスト 特性が周辺環境、とりわけ温度や湿度の影響を受け易く、環境の変化に応じてレジスト パターンの仕上り 寸法が変動してしまうという問題である。

【 0 0 1 6 】また第2 は、露光後に行なう 加熱処理の際にレジスト 膜の表面近傍に比べて底部の方が架橋反応が進みやすいため、レジスト パターン上部で所望の寸法を得ようとするとうとうしても底部付近のレジスト が現像されずに残り、十分な解像度を得ることができないという問題である。この問題は層間絶縁膜を介して配線間をつなぐホールパターンを形成する際に特に深刻となり、化学増幅型のネガ型レジスト 材料でホールパターンを形成しようすると、高解像性が期待されるエキシマレーザを露光光源に用いたとしてもせいぜい0 . 5 μ m程度の解像力しか得られないのが実情である。

【 0 0 1 7 】また、化学増幅型のポジレジスト のプロセスでは、露光からポスト エクスポージャベークまでの経過時間が長くなるとパターンにひさしを形成し、解像性が著しく低下するという 問題がある。この結果時間はレジスト の材料組成にもよるが、ポジレジスト の場合、おおむね1 時間以内という 短時間であり 工程上制御しにくいファクターとなっていた。

【 0 0 1 8 】

【 発明が解決しようとする課題】このように化学増幅型レジスト を用いたパターン形成では、潜像の形成が露光およびポスト エクスポージャベークの2 ステップでなされ、特にポスト エクスポージャベークが熱という 制御しにくいエネルギーを利用するため、この工程管理が難しく、感度、解像度にバラツキを生じ高精度パターンを安定的に得ることができないという 問題があった。

【 0 0 1 9 】また、レジスト 特性が温度や湿度の影響を受け易く、環境の変化に応じてレジスト パターンの仕上り 寸法が変動する、あるいはレジスト 膜の表面近傍に比べて底部の方が架橋反応が進みやすいため、十分な解像度を得ることができない等の問題があった。

【 0 0 2 0 】本発明は、前記実情に鑑みてなされたもので、安定して高精度のパターンを得ることのできるレジスト パターン形成方法を提供することを目的としたものである。

【 0 0 2 1 】

【 課題を解決するための手段】そこで、本発明の第1 では、基板上に感光性樹脂膜を形成する工程と、この感光性樹脂膜をパターン露光する工程と、ポスト エクスポージャベークを行う 工程と、前記感光性樹脂膜の現像を行い、パターン形成する工程とを含み、このポスト エクスポージャベーク後に、ホトレジスト 膜の温度履歴を該基板の面内で均一かつ基板間で同一となるよう 制御しながら基板を冷却せしめ、この後現像を行う ようにしている。

4

【 0 0 2 2 】また本発明の第2 では、露光後ポスト エクスポージャベークに先立ち感光性樹脂膜を水蒸気雰囲気中にさらすかまたはポスト エクスポージャベーク中に感光性樹脂膜を水蒸気雰囲気中にさらすようにしている。

【 0 0 2 3 】さらに本発明の第3 では、化学増幅型のレジスト を露光後ポスト エクスポージャベークに先立ち感光性樹脂膜を溶剤雰囲気中にさらすかまたはポスト エクスポージャベーク中に感光性樹脂膜を溶剤雰囲気中にさらすようにしている。

【 0 0 2 4 】さらにまた本発明の第4 では、ポスト エクスポージャベークを、減圧雰囲気または不活性ガス雰囲気中で行う ようにしている。

【 0 0 2 5 】

【 作用】本発明の第1 の方法によれば、基板上にホトレジスト を塗布した後、露光、ポスト エクスポージャベーク終了後基板のレジスト 膜の温度履歴を基板の面内で均一に、かつ基板間で同一となるように制御しながら冷却せしめ、この後現像処理を施してレジスト パターンを形成するようにしているため、ばらつきが少なく 安定して高精度のパターンを得ることができる。

【 0 0 2 6 】ここで、基板としてはウェハあるいは該ウェハ上に各種の半導体膜、絶縁膜、もしくは金属膜を被覆したもの、あるいはマスク基板などを挙げることができる。 また、レジストとしては紫外光、深紫外光、真空紫外光、X 線、電子線、あるいはイオンビームに感光する感光性樹脂(特に化学増幅型材料) をあげることができる。さらに冷却制御開始時期はポスト エクスポージャベーク終了後直ちに行うことが望ましい。これは、時間放置により自然放冷が進むと、それによる基板の面内および、基板間の感度のバラツキが生じてしまう 恐れがあるからである。 さらにまた、この基板の冷却に用いられる冷却材としては、レジスト に対して実質的に溶解又は反応を生じない気体として例えば任意の設定温度の窒素ガスをあげることができる。さらに熱容量の大きな制御用プレート に基板を接触もしくは近接させる場合、プレートを冷却水、フロリナート 等の冷媒を用いて所定温度に冷却保持しておく 方法があげられる。

【 0 0 2 7 】本発明の第2 によれば、被処理基板上に形成されたレジスト 膜をパターン露光後、ポスト エクスポージャベークに先立ちまたはポスト エクスポージャベーク中に、水蒸気雰囲気中にさらすようにしているため、周辺環境の影響を受けることなく 安定した潜像を形成することができる。特に、周辺環境の影響を受けやすい化学増幅型のレジスト 材料を用いる 場合にもこの方法を用いることにより 現像後の仕上り パターン寸法を常に一定に保つことができる。特に、化学増幅型レジスト 膜を加熱する前、もしくは加熱している間に水蒸気等の雰囲気中にさらすようにすれば、レジスト 膜表面近傍のみで加熱時の架橋反応を促進することができる。すなわちレジスト 膜表面近傍と 底部付近との現像液に対する溶解速度差

を小さくすることができ、化学増幅型のネガ型レジスト材料を用いた場合にパターン底部付近のレジストが現像されずに残り、解像力が思うように上がらないというような問題を解消することができる。

【0028】また、本発明の第3によれば、化学増幅型のレジスト膜を加熱する前、もしくは加熱している間に前記反応容器中で所定の溶剤蒸気例えばアルコール等の雰囲気中にさらすようにすれば、レジスト膜表面近傍のみで加熱時の架橋反応を促進することができる。すなわちレジスト膜表面近傍と底部付近との現像液に対する溶解速度差を小さくすることができ、化学増幅型のネガ型レジスト材料を用いた場合にパターン底部付近のレジストが現像されずに残り、解像力が思うように上がらないというような問題を解消することができる。さらにポジ型レジストでは、溶剤蒸気により表面層を処理し、現像液に対する溶解性を高めることで特有のひさし形状を解消することができる。

【0029】さらに本発明の第4によれば、レジスト膜のポストエクスポージャ工程を減圧下あるいは不活性ガス雰囲気下で行なうようにすれば、周辺環境の変化、とりわけ空気中の水分の影響を極端に排除することが可能となり、高解像度を得る事が可能となる。

【0030】

【実施例】以下本発明によるパターン形成方法の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

実施例1

図1は、本発明のパターン形成方法の実施例を示す工程断面図である。

【0031】所定の素子領域の形成されたシリコン基板1の表面を酸化し、膜厚0.8 μm の酸化シリコン膜2を形成する。次いでシプレー社製ネガ型レジストSAL-601ER7をスピコートし、85℃60秒のホットプレート処理によるプリベークを行い、厚さ0.5 μm のレジスト膜3を形成した。

【0032】次いで、クリプトン、フッ素、ヘリウムの混合ガスを用いたエキシマレーザの248.4 nmの発振線を用いた縮小投影露光装置により、シリコン基板1上のレジスト膜3にマスク4を介してパターン露光を行う。この時のエネルギー強度は50~100 mJ / cm^2 であった。

【0033】その直後ホットプレート上で110℃で90秒のポストエクスポージャベークを行い、このポストエクスポージャベーク終了後、15℃に設定したプレート上に接触させ冷却し、1分後にアルカリ現像液としてシプレー社のメタルフリー現像液MF-312を脱イオン水で1:1に希釈した現像液(濃度0.27N)を用いて100秒間浸漬法により現像した。連続して24枚処理した時のウェハ間の寸法バラツキを測定したところ、極めて精度良く0.4 $\mu\text{mL} / \text{S}$ パターンを $\pm 0.02 \mu\text{m}$ 以下に制御することができた。

【0034】比較例1

ポストエクスポージャベーク後に15℃に設定したプレートに接触させず自然放冷させる工程を除き、この工程以外は実施例1と同様の処理を行って、寸法バラツキを求めたところ0.4 $\mu\text{mL} / \text{S}$ パターンで $\pm 0.03 \mu\text{m}$ と本発明実施例1の結果に較べ寸法精度が大幅に劣っていた。

【0035】実施例2

前記実施例では、ポストエクスポージャベーク終了後、15℃に設定したプレート上に接触させ冷却するようにしたが、この例では低温の窒素ガスを吹きつけ強制的に冷却させることを特徴とするものである。

【0036】まず、回転台に載置されたクロムを蒸着したガラス基板上にスピ塗布法によって、SAL601-ER7を0.5 μm に塗布し、85℃で2分間のプリベーク後加速電圧20 kVで電子線を選択的に照射し、その後100℃でポストエクスポージャベークした後、低温の窒素ガスを吹きつけ強制的に冷却させた。

【0037】この後アルカリ現像液で現像処理を行い、得られたパターンの面内均一性を調べたところ最大偏差値が0.1 μm 以下という高精度のパターンを得ることができた。

【0038】比較例2

比較のために、上記実施例2と同様であるがポストエクスポージャベーク後の基板冷却を自然放冷させたものについて同様にパターンの面内均一性を調べたところ、最大偏差値が0.3 μm で実施例2に較べ明らかに劣った結果となった。

実施例3

次に本発明の第3の実施例として、水蒸気中でポストエクスポージャベークを行う方法について説明する。

【0039】図2は本発明によるレジストパターンの形成方法の実施例を示す工程断面図、また図3はホットプレートを内蔵し、かつガスの供給および排気機構を備えた反応容器の断面構造を示す図である。

【0040】まず、図2(a)に示すように、所定の素子領域が形成されたシリコン被処理基板11の表面にCVD法を用いて膜厚1200 nmのシリコン酸化膜(層間絶縁膜)12を堆積させる。

【0041】そして、この上にポリ-p-ヒドロキシスチレン(ベースポリマー)、光酸発生剤および架橋剤を含む化学増幅型のネガ型レジストをスピコートし、ホットプレート上で100℃、60秒の加熱処理(プリベーク)を行ない、膜厚1000 nmのレジスト膜13を形成した(図2(b))。

【0042】次いでフッ化クリプトンエキシマレーザの248.4 nmの発振線14を光源とする縮小投影露光装置を用い、このレジスト膜にマスク15を介してパターン露光を行なった(図2(c))。この時の露光エネルギーは30~50 mJであった。

【0043】その後、大気開放状態のホットプレート上で125℃、60秒の加熱処理(ポストエクスポージャベーク)を行なったもの(従来法)と、図3に示す反応容器中で水蒸気を流量2リットル/分で通しながら125℃、60秒の加熱処理(ポストエクスポージャベーク)を行なったもの(本発明の方法)各々を、1.2wt%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液中で90秒間浸漬現像した(図2(d))。

【0044】この反応容器は、ガス導入用継ぎ手部16から、シリンダー支持部18で指示されたシリンダー17を介して、チャンパー密閉用カバー19で覆われた領域内にガス供給ノズル20からガスを供給しつつ、ホットプレート24上に載置した被処理基板21をポストエクスポージャベークするものである。ここで22は基板支持部、23は排気穴、25は容器内を密閉するためのOリング、26は排気用継ぎ手部である。

【0045】図4に、従来法および本発明の方法で加熱処理を行なった場合のレジストパターン(穴径0.4μmのホールパターン)の断面形状を示す。図4(b)に示すように、従来法においてはパターン底部のレジスト13が現像されずに残っているのに対して、本発明の方法においては図4(a)に示すように、パターン底部まで寸法精度良く穴径0.4μmのホールパターンが形成されている。

【0046】本発明の方法においては、さらに穴径0.35μmのホールパターンまで解像可能であった。またこの時の最適露光エネルギーは従来法では40mJ、本発明の方法では34mJであった。

【0047】このように、本発明の方法を用いた化学増幅型ネガ型レジストのパターニングでは、従来法の時に比べて解像性が大幅に向上するだけでなく、感度の面でも高感度化することが可能となる。

【0048】実施例4

実施例3では、水蒸気中でポストエクスポージャベークを行う方法について説明したが、ここでは反応容器中に窒素をキャリアガスとするエチルセロソルブアセテート溶剤蒸気を導入したのちポストエクスポージャベークを行う方法について説明する。

【0049】まず、第3の実施例と同様の手法により、シリコン酸化膜被処理基板の表面に膜厚1000nmの化学増幅型のネガ型レジスト膜を形成した。

【0050】次に、フッ化クリプトンエキシマレーザの248.4nmの発振線を光源とする縮小投影露光装置を用いて、前記レジスト膜にマスクを介してパターン露光を行なった。この時の露光エネルギーは30~50mJであった。

【0051】次いで前記被処理基板を実施例3で用いたものと同様の反応容器中に配置し、この反応容器中に窒素をキャリアガスとするエチルセロソルブアセテート溶剤蒸気を室温下、2リットル/分の流量で30秒間

導入した後、前記反応容器中に内蔵されているホットプレート上で125℃、60秒の加熱処理(ポストエクスポージャベーク)を行なった。

【0052】その後前記レジスト膜を1.2wt%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液中で90秒間浸漬現像した。

【0053】この場合にも第3の実施例の時と同様、穴径0.35μmのホールパターンが寸法精度良く形成でき、従来法の時に比べて解像度が大幅に向上した。

【0054】実施例5

次に、本発明の第5の実施例として、化学増幅型ポジ型レジストにおける”ひさし”除去にエタノールを用いて行う方法について説明する。

【0055】まず、化学増幅型ポジ型レジストをシリコン基板上に膜厚1μmとなるように塗布し、90℃、60秒の加熱処理を行った。その後、フッ化クリプトンエキシマレーザの248.4nmの発振線を光源とする縮小投影露光装置を用いて、マスクを介してこのレジスト膜にパターン露光を行った。

【0056】このときの露光エネルギーは24mJ/cm²であった。

【0057】次に、前記被処理基板をエタノール雰囲気にした反応容器の中に60秒間さらし、次いで大気開放状態のホットプレート上で95℃、90秒の加熱処理(ポストエクスポージャベーク)を行なったものを2.0%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液中で120秒間浸漬現像した。

【0058】この処理を行うことにより、図5にエタノール雰囲気処理として示すように、“ひさし”が除去され、形状が改善されている。比較のために、未処理のものを未処理として示すように“ひさし”が残っている。

【0059】さらにまた、露光エネルギーについても、未処理のものに対しては露光エネルギーが33mJ/cm²必要であったのに対し、エタノール処理を行なったものでは前述したように24mJ/cm²ですみ、極めて高感度となっていることがわかる。

【0060】実施例6

この例では、減圧下でポストエクスポージャベークを行う方法について説明する。

【0061】まず第3の実施例の時と同様の手法により、シリコン酸化膜被処理基板の表面に膜厚1000nmの化学増幅型のポジ型レジスト膜を形成した。

【0062】次にフッ化クリプトンエキシマレーザの248.4nmの発振線を光源とする縮小投影露光装置を用いて、前記レジスト膜にマスクを介してパターン露光を行なった。この時の露光エネルギーは36mJであった。

【0063】次いで前記被処理基板を実施例3で用いたものと同様の反応容器中に配置し、反応容器内の圧力を30Torrに減圧せしめた状態で100℃、60秒の加熱

処理(ポストエクスポージャベーク)を行なったもの(本発明の方法)と、大気開放状態のホットプレート上で100℃、60秒の加熱処理(ポストエクスポージャベーク)を行なったもの(従来法)各々を、2.38t%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液中で90秒間浸漬現像した。化学増幅型のポジ型レジストはネガ型レジスト以上に周辺環境の影響を受けやすいため、ポストエクスポージャベーク時の環境温度ならびに環境湿度の変動にはとくに留意する必要がある。

【0064】上述したような処理を温度ならびに湿度が管理されたクリーンルーム内において、毎日20回ずつ7日間継続して行ない、周辺環境の変動がレジストパターンの仕上がり寸法に及ぼす影響を本発明の方法ならびに従来法各々について調べた。なおこの7日の間のクリーンルームの温度と湿度の変動量は、温度が設定値24℃に対して±0.5℃、湿度が設定値30%に対して±2.4%であった。

【0065】図6に、設計寸法が0.5μmのホールパターンのレジスト仕上がり寸法の平均値とばらつきを各日付毎にプロットした結果を示す。この図からあきらかなように、本発明の方法においては1日当たりの仕上がり寸法のばらつきが±0.01μm程度、また7日間通しての寸法変動量が0.02μm以下であるのに対して、従来法においては1日当たりの仕上がり寸法のばらつきが±0.02μm、7日間通しての寸法変動量が0.04μmであった。この結果から、本発明の方法によればレジストパターンの寸法制御性が従来法に比べて大幅に向上することが実証された。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように本発明の第1によれば、ポストエクスポージャベーク後ホットレジスト膜の温度履歴を該基板の面内で均一かつ基板間で同一となるよう制御しながら基板を冷却せしめ、この後現像を行うようにしているため、特に化学増幅型のプロセス上の欠点であるポストエクスポージャベーク後の処置による感度変化を克服することができ、結果的に均一で寸法精度の高いパターンを形成することが可能となる。

【0067】また、本発明の第2によれば、ポストエクスポージャベーク前またはポストエクスポージャベーク中に水蒸気中にさらすようにしているため、周辺環境の影響を受けやすい化学増幅型のレジスト材料を用いる場合にも現像後の仕上がりパターン寸法を常に一定に保つことが可能となり、また従来法に比べてレジストパターンの解像性が大幅に向上する。

【0068】本発明の第3によれば、化学増幅型のレジ

スト膜を加熱する前、もしくは加熱している間に前記反応容器中で所定の溶剤蒸気例えばアルコール等の雰囲気中にさらすことにより、本発明の第2と同様、解像性が大幅に向上する。

【0069】さらに本発明の第4によれば、このレジスト膜のポストエクスポージャ工程を減圧下あるいは不活性ガス雰囲気下で行なうようにすれば、周辺環境の変化、とりわけ空気中の水分の影響を極端に排除することが可能となり、高解像度を得る事が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるパターン形成方法の実施例を示す工程断面図である。

【図2】本発明の第3の実施例に係るレジストパターンの形成方法を示す工程断面図。

【図3】ホットプレートを内蔵し、かつガスの供給および排気機構を備えた反応容器の断面構造を示す図。

【図4】従来法および本発明の方法で加熱処理を行なった場合のレジストパターン(穴径0.4μmのホールパターン)の断面形状を示す図。

【図5】本発明の第5の実施例の方法で形成されたパターンと従来の方法で形成されたパターンとの比較図。

【図6】設計寸法が0.5μmのホールパターンのレジスト仕上がり寸法の平均値とばらつきを各日付毎にプロットした図

【符号の説明】

1 …シリコン基板

2 …酸化シリコン膜

3 …レジスト膜

4 …マスク

3a …露光部

11 …シリコン被処理基板

12 …シリコン酸化膜

13 …レジスト膜

14 …エキシマレーザ

15 …マスク

16 …ガス導入用継ぎ手部

17 …シリンドー

18 …シリンドー支持部

19 …チャンバー密閉用カバー

20 …ガス供給ノズル

22 …基板支持部

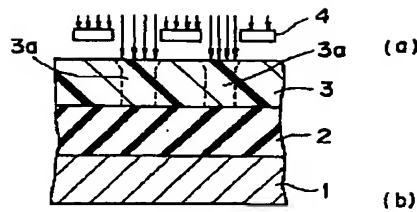
23 …排気穴

24 …ホットプレート

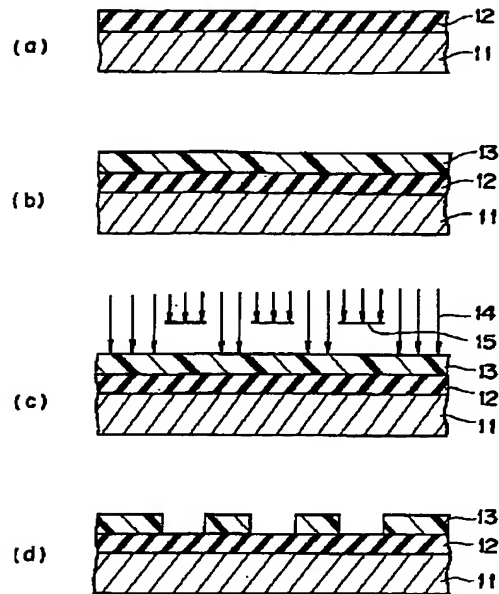
25 …リング

26 …排気用継ぎ手部

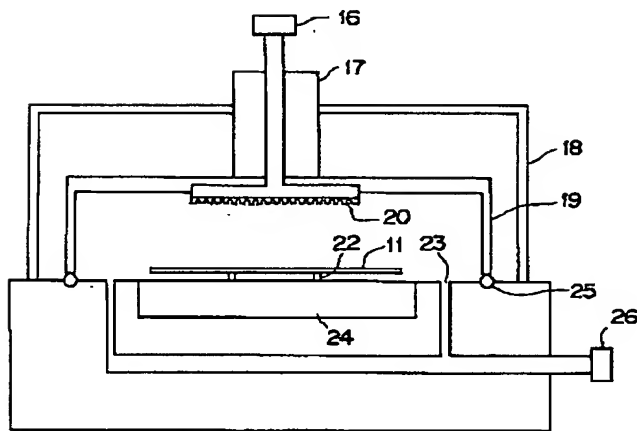
【 図1 】



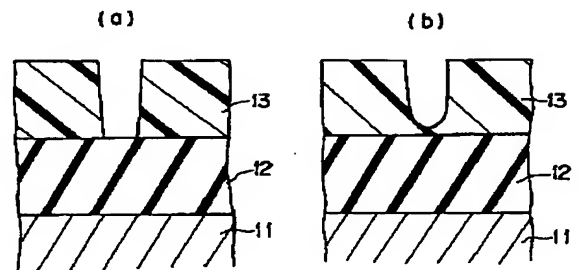
【 図2 】



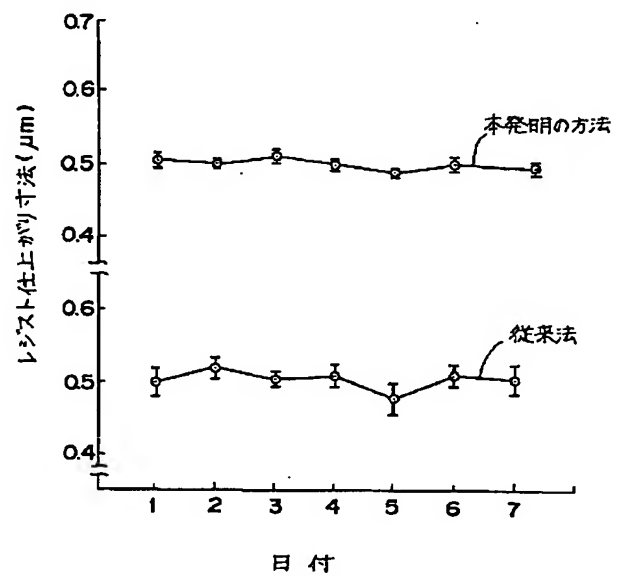
【 図3 】



【 図4 】

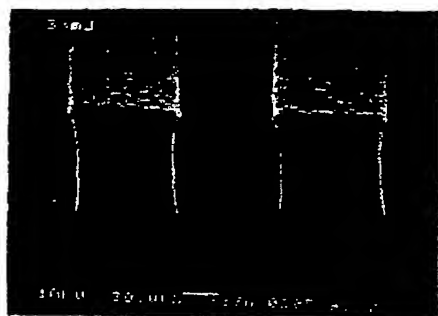


【 図6 】



【 図5 】

未 処 理

DOSE=33mJ/cm²

エタノール雰囲気処理

DOSE=24mJ/cm²